

**EVALUACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO DE *Phytoseiulus persimilis*
(PARASITIFORMES: PHYTOSEIIDAE) PARA EL CONTROL DE *Tetranychus*
urticae Koch (ACARIFORMES: TETRANYCHIDAE) EN ROSA**

**YULY LEONOR CASAS PRIETO
MONICA ANDREA NOVOA SALAMANCA**

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE CIENCIAS
BIOLOGÍA APLICADA
BOGOTA D.C.**

2009

**EVALUACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO DE *Phytoseiulus persimilis*
(PARASITIFORMES: PHYTOSEIIDAE) PARA EL CONTROL DE *Tetranychus*
urticae Koch (ACARIFORMES: TETRANYCHIDAE) EN ROSA**

YULY LEONOR CASAS PRIETO
MONICA ANDREA NOVOA SALAMANCA

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de
Biólogo

Director
Fernando Cantor, Biólogo, Ph.D.

Asesores:
Alexander Bustos, Biólogo.
Daniel Rodríguez, Ing. Agrón., M.Sc.

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA

FACULTAD DE CIENCIAS

BIOLOGÍA APLICADA

BOGOTA D.C.

2009

**“Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización
expresa de los autores”**

Agradecimientos

- Empresa C.I WUAYUU FLOWERS por el apoyo en la realización y seguimiento en el proceso de desarrollo del proyecto.
- Facultad de Biología de la Universidad Militar Nueva Granada.
- Dr. Fernando Cantor por su dirección, grandes enseñanzas, conocimientos, consejos y dedicación para el desarrollo de éste trabajo.
- Docente Alexander Bustos por su inmensa ayuda, dedicación y colaboración continúa durante todo el proceso de la investigación.
- Alexander Escobar por el tiempo y apoyo que nos brindó en la obtención de enemigos naturales en la unidad de cría de la Facultad de Ciencias y por su gran amistad.
- A nuestras familias por su paciencia, apoyo y amor incondicional.
- A nuestros Amigos por su colaboración, ánimo, apoyo y por su valiosísima amistad.

Tabla de contenido

1. Justificación.....	1
2. Objetivos.....	4
2.1 Objetivo General.....	4
2.2 Objetivos Específicos.....	4
3. Revisión Bibliográfica.....	5
3.1 <i>Tetranychus urticae</i>	6
3.2 <i>Phytoseiulus persimilis</i>	7
3.3 Estrategias de Manejo del Acaro Fitófago	9
3.4 Estudios de Implementación de Control Biológico con Enemigos Naturales.....	10
4. Materiales y Métodos.....	14
4.1 Área de Estudio.....	14
4.2 Descripción de Tratamientos.....	14
4.3 Descripción del Muestreo.....	16
4.4 Obtención y Liberación de <i>P. persimilis</i> en el Cultivo de Rosas.....	16
4.5 Evaluación del Control del Ácaro depredador sobre <i>T. urticae</i>	18
4.6 Evaluación del Establecimiento de <i>Phytoseiulus persimilis</i>	19
5. Resultados y Discusión.....	20
5.1 Evaluación del Control de <i>Phytoseiulus persimilis</i> Sobre el Ácaro Fitófago <i>Tetranychus urticae</i>	20
5.2 Número de <i>Tetranychus urticae</i> Después de la Última Liberación.....	27
5.3 Evaluación del Establecimiento de <i>Phytoseiulus persimilis</i> en un Cultivo de Rosa Bajo Invernadero.....	30
5.4 Número de <i>P. persimilis</i> Encontrados en los Muestreos Después de la Última Semana de Liberación.....	33
6. Conclusiones.....	34
7. Recomendaciones.....	34
8. Revisión Bibliográfica.....	35
9. Anexos.....	42

Índice de Tablas

1. Tabla 1. Datos de control fitosanitario en rosa Grupo Chía.....	5
2. Tabla 2. Número de Liberaciones Realizadas por Tratamiento.....	18
3. Tabla 3. Número de Evaluaciones Realizadas por Tratamiento.....	19
4. Tabla 4. Número Total de Estados Biológicos de <i>T. urticae</i> encontrados Durante el Monitoreo y Evaluación en los Intervalos de Liberación con Dos y Cuatro Semanas de Intermedio.....	21

Índice de Figuras

1. Figura 1. Distribución de los Tratamientos dentro del Área de Estudio.....	15
2. Figura 2. División Vertical de las Plantas de Rosa.....	16
3. Figura 3. Hojas Monitoreadas y Marcadas con Cinta Roja para Liberación del Depredador <i>P. persimilis</i>	17
4. Figura 4. Total de Huevos y Larvas de <i>T. urticae</i> encontrados Antes y Después de la Liberación de <i>P. persimilis</i> en las Diferentes Frecuencias de Liberación	21
5. Figura 5. Efecto de Diferentes Frecuencias de Liberación del Ácaro Depredador <i>P. persimilis</i> sobre el Número de Huevos, Larvas y Ninfas de <i>T. urticae</i>	25
6. Figura 6. Efecto de Diferentes Frecuencias de Liberación del Ácaro Depredador <i>P. persimilis</i> sobre el Número de Adultos de <i>T. urticae</i>	26
7. Figura 7. Número de Huevos, Larvas y Ninfas Presentes en Todos los Tratamientos Después de la Última Liberación.....	28
8. Figura 8. Número de Adultos de <i>T. urticae</i> Presentes en todos los Tratamientos Después de la Última Liberación.....	29
9. Figura 9. Efecto de las Frecuencias de Liberación Sobre el Establecimiento del Ácaro Depredador <i>P. persimilis</i> en las Camas de Siembra evaluadas en la Variedad Light Orlado.....	32
10. Figura 10. Regresión Lineal del Número de Ácaros Depredadores Según la Frecuencia de Liberación.....	33

EVALUACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO DE *Phytoseiulus persimilis* (PARASITIFORMES: PHYTOSEIIDAE) PARA EL CONTROL DE *Tetranychus urticae*- Koch (ACARIFORMES: TETRANYCHIDAE) EN ROSA

1. JUSTIFICACIÓN

Para el 2007 Colombia cultivó un área de 7266 hectáreas en flores, siendo la Sabana de Bogotá la zona de mayor producción con un 79%, seguido por Antioquia con 17% y el Centro/Occidente con un 4%. Los productos de la floricultura colombiana son rosas, claveles, mini claveles, crisantemos, pompones, bouquets y otros. Las rosas se encuentran en el segundo lugar de la producción nacional con un 29.69% (Asocolflores 2007).

Colombia ocupa el segundo lugar de exportación de flores a nivel mundial con el 19% del volumen total y es el principal exportador a Estados Unidos con el 80.44% seguido del Reino Unido y Rusia. La rosa ocupó un 30.3% en las exportaciones de flores, en segundo y tercer lugar clavel y bouquets respectivamente (Asocolflores 2007; Rodríguez y Posada 2007).

El cultivo de rosa es afectado por varios tipos de plagas como trips, áfidos, mosca blanca y ácaros como *Tetranychus urticae*, el cual presenta mayor incidencia y es considerado como la plaga más importante en el cultivo de rosa bajo invernadero (Tarazona 1991; Asocolflores 1993; De Vis y Schrevens 1995).

El control químico ha sido el principal método usado para el control de *T. urticae* en cultivos ornamentales, su uso indiscriminado ha producido explosión de grandes poblaciones acarinas y han inducido resistencia (especialmente acaricidas) por parte de la plaga y la eliminación de enemigos naturales (Jeppson *et al.* 1975; Moraes y Tamai 1997; Mesa 1998).

De la misma manera el control químico en cultivos de ornamentales tiene varios problemas en cuanto a la fitotoxicidad para las flores, residuos visibles en el follaje que afectan su valor decorativo y riesgos de intoxicaciones para los operarios quienes trabajan en invernaderos

(Ruiz 1982; Field y Hoy 1984; Osborne 1987; Moraes y Tamai 1997; Restrepo 2008). Además genera costos indirectos como la contaminación del aire, de las aguas subterráneas, la degradación del suelo y la pérdida de diversidad biológica (Field y Hoy 1984; Pimentel *et al.* 1991; Yaninek y Moraes 1992; Dekeyzer y Marktlehre 1996; Mesa 1998; Skirvin y Fenlon 2001; Restrepo 2008). Estos aspectos son muy importantes para tener en cuenta en el desarrollo o implementación de un método de control o un manejo integrado de plagas (Field y Hoy 1984; Pimentel 1991; Yaninek y Moraes 1992; Dekeyzer y Marktlehre 1996; Mesa 1998; Skirvin y Fenlon 2001; Restrepo 2008).

Por esta razón ha aumentado el interés en la aplicación y adaptación de métodos de control biológico de estos ácaros fitófagos (Sánchez *et al.* 1986; Murillo 1996; Mesa 1998; De Vis 2001; Forero *et al.* 2008; Hilarión *et al.* 2008). Las características biológicas y el daño potencial de la plaga exigen desarrollar estrategias de manejo que la controlen teniendo en cuenta su biología y sus épocas (en espacio y tiempo) de mayor susceptibilidad a las acciones o métodos de control disponibles (Murillo 1996). Por lo que el control biológico de ácaros es un componente de mucha importancia hoy día en la implementación de programas de manejo integrado de plagas (Zuluaga 1996; Barreto 2004; Gómez *et al.* 2004) y en especial, el uso de enemigos naturales, con el fin de disminuir el impacto ambiental y los altos costos de los productos químicos que son usados para el control de plagas y así poder obtener un producto con bajo tratamiento químico, el cual hoy día tiene mayor demanda y mejor remuneración económica (Sánchez *et al.* 1986; Acosta 1992).

Uno de los ácaros depredadores más destacados para el control de *T. urticae* es *Phytoseiulus persimilis* el cual se caracteriza por su gran capacidad de biorregulación debido a la corta duración de su ciclo de vida, por su habilidad depredadora y bajas tasas de consumo de alimento para su sobrevivencia características que representan una ventaja para su establecimiento en campo (Zuluaga 1996). *P. persimilis* ha sido centro de diferentes estudios dándole principal importancia a su ciclo de vida, biología, ecología y a los aspectos básicos de cría masiva con fines de liberaciones cuyo objetivo es el control de especies de ácaros que atacan cultivos causando pérdidas económicas importantes, principalmente en frutales, hortalizas y ornamentales (claveles, rosas, crisantemos) (Zuluaga 1996).

Para optimizar el control biológico de ácaros fitófagos en cultivos comerciales de rosa se han realizado estudios acerca de la implementación de una metodología para la liberación de ácaros depredadores teniendo en cuenta el concepto de respuesta funcional del depredador, su introducción como componente de un manejo integrado de plagas, evaluación de los criterios de liberación de depredadores usados en cultivos comerciales y la efectividad de las liberaciones de estos enemigos naturales para el control de *T. urticae* (Gómez *et al.* 2004; Gaines *et al.* 2007; Forero *et al.* 2008; Hilarión *et al.* 2008).

Para contribuir a estos estudios es necesario evaluar diferentes frecuencias de liberación para determinar en cual de estas el ácaro depredador ejerce mayor control sobre la plaga y se establece en campo, con el fin de disminuir la cantidad de liberaciones, el número de ácaros a liberar y costos a través del tiempo.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Evaluar el establecimiento del ácaro depredador *Phytoseiulus persimilis* para el control de *Tetranychus urticae* en cultivo de rosa bajo invernadero.

2.2 Objetivos Específicos

Evaluar el control de *T. urticae* en cultivos de rosa a partir de diferentes frecuencias de liberación del ácaro depredador *P. persimilis*

Evaluar la posibilidad de establecimiento de *P. persimilis* a partir de diferentes frecuencias de liberación para el control de *T. urticae* en cultivos comerciales de rosa

3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Dentro de los Tetranychidae, *T. urticae* es considerada la plaga principal del cultivo de rosas, debido a que éste ácaro fitófago se caracteriza por tener un ciclo de vida corto alcanzando varias generaciones y aumentando así su densidad poblacional rápidamente (Ruiz 1982; Páramo *et al.* 1986; Asocolflores 1993; Murillo 1996; Zhang, 2003). Además, adquieren resistencia a productos químicos y se adaptan a amplias variaciones climáticas (Páramo *et al.* 1986; Asocolflores 1993; Murillo 1996; Mesa 1998).

T. urticae se alimenta en el envés de las hojas, inyecta su estilete a través de la epidermis dentro del parénquima de las células succionando la clorofila, los cloroplastos desaparecen y el material restante forma una masa blanquecina, lo cual produce manchas cloróticas en el haz de las hojas, aspecto bronceado y finalmente necrosis (Ruiz 1982; Zuluaga 1984, Sabelis 1985; Mesa 2000; Restrepo 2008;). Estos daños ocasionan disminución de la actividad fotosintética e incrementan la tasa de respiración. Además, producen defoliación prematura, caída total de las hojas, malformaciones en la planta, pérdida de vigor, susceptibilidad al ataque de otras plagas y enfermedades secundarias e incluso la muerte (Ruiz 1982; Zuluaga 1984; Sabelis 1985; Mesa 2000; Restrepo 2008).

Tabla 1. Datos de control fitosanitario en Rosa Grupo Chía.

Año	U\$/m2	Tasa de cambio	\$/m2
1999	1,07	2.088	2.234,16
2001	0,979	2.300	2.251,7
2002	1,301	2.506	3.260,306
2003	1,332	2.778	3.700,296
2004	1,605	2.876	4.614,375
2005	1,979	2.321	4.593,259
2006	1,569	2.350	3.687,150
2007	1,780	2.014	3.584,920
2008 (junio)	2,536	1.923	4.876,728

Fuente: Rodrigo Astaiza (Comunicación personal 2008)

3.1 *Tetranychus urticae*

Tetranychus urticae se conoce como ácaro de dos manchas, arañita roja, arañita verde bimaculada, ácaro verde de dos manchas. Es la especie más polífaga de los Tetranychidae, se conocen múltiples plantas hospederas para éste ácaro fitófago principalmente en cultivos de hortalizas y ornamentales entre los cuales están el clavel, alstroemerias, crisantemos y especialmente en rosa (Ruiz 1982; Hussey y Scopes 1985; Sabelis y Helle 1985; Marín 2002; Barreto 2004; Restrepo 2008).

El ciclo de vida de *T. urticae* pasa por los estados de huevo, larva, ninfocrisálida, protoninfa, deutocrisálida, deutoninfa, teliocrisálida y adulto, cada estado ninfal pasa por una etapa de alimentación y una de crisálida (Hussey y Scopes 1985). Los huevos son esféricos y transparentes, en su desarrollo toman color blanco y perlado, son puestos por las hembras en colonias sobre el envés de las hojas cerca de la nervadura central (Ruiz 1982; Hussey y Scopes 1985; Zhang 2003; Barreto 2004). La larva posee tres pares de patas, son pequeñas, de color amarillo pálido recién eclosionados, después de alimentarse toman coloración verde claro. (Marín 2002; Zhang 2003).

Las ninfas tienen cuatro pares de patas, de color verde claro con dos puntos oscuros dorso lateral (Marín 2002; Zhang 2003). Los adultos al igual que las ninfas tienen cuatro pares de patas y los dos puntos oscuros (Ruiz 1982; Restrepo 2008). Las hembras son de forma ovalada y de color verdoso. Los machos tienen el cuerpo más delgado y terminado en punta. (Ruiz 1982; Hussey 1985; Marín 2002; Zhang 2003; Barreto 2004; Restrepo 2008). Al final de los instares larvales y ninfales se presentan periodos inactivos de crisálida denominados: protocrisálida, deutocrisálida y teliocrisálida (Ruiz 1982; Marín 2002).

La duración de los estados de *T. urticae* en rosa son: en estado de huevo 7.39 días, larva 1.87 días, ninfocrisálida 1.57 días, protoninfa 1.53 días, deutocrisálida 1.52 días, deutoninfa 1.73 días, teliocrisálida 1.84 días, adulto hembra 21.03 días y adulto macho 27.90 días, a una temperatura de 23 °C y humedad relativa de 85% (Pa ramo *et al.* 1986).

El ciclo de desarrollo de huevo a adulto disminuye al incrementar la temperatura. El rango térmico para el desarrollo de *T. urticae* se encuentra entre 8,8 y 43,8 °C y la temperatura óptima de desarrollo es de 13-35 °C. La humedad relativa óptima para su desarrollo se encuentra entre el 25% y el 80% (Páramo *et al.* 1986). En humedades mayores a 80% la tasa de incremento de la población disminuye y se incrementa la mortalidad en las mudas (Murillo 1996; Restrepo 2008).

Los machos que emergen primero que las hembras, se sitúan al lado de las hembras cuando están en estado de teliocrisálida antes que emerjan (Marín 2002). Este comportamiento se debe a una feromona sexual que libera la teliocrisálida y actúa sobre el macho (Marín 2002). Las hembras copuladas ovipositan durante 35 días, 3,5 huevos/hembra/día en promedio (Páramo *et al.* 1986), la proporción de sexos es 2H: 1M (Barreto 2004). Las hembras vírgenes presentan partenogénesis de tipo arrenotoquia y ovipositan durante 50 días a una tasa de 2.6 huevos/hembra/día en promedio (Asocolflores 1993). Según Páramo *et al.* (1986), las hembras fecundadas posiblemente tienen un metabolismo más acelerado porque su periodo de oviposición es más corto y ovipositan más cantidad de huevos diariamente que las hembras vírgenes.

T. urticae construye telarañas para protegerse de la lluvia, de los enemigos naturales, propiciar un micro hábitat y mantener constantes la humedad relativa y la temperatura. Además, la usan como medio de dispersión y como nido para los huevos. Estos ácaros fitófagos realizan migraciones hacia lugares más protegidos, entran en estado de crisálida y cambian su distribución dentro de la planta (Restrepo 2008).

3.2 *Phytoseiulus persimilis*

Las especies pertenecientes a la familia Phytoseiidae, dentro de las cuales se encuentra *P. persimilis*, se consideran importantes depredadores de ácaros de la familia Tetranychidae, ya que son depredadores efectivos, algunos son estrictamente carnívoros, se alimentan de huevos e inmaduros de insectos (trips, mosca blanca, polillas), algunos complementan su dieta alimenticia con polen, jugos vegetales, hongos, néctar y mieles. Los fitoseidos toman a su presa y la succionan hasta dejarla completamente seca, pueden ingerir grandes volúmenes de

alimento de una sola vez realizando intervalos irregulares, dependiendo del momento en que captura a la presa y tienen la habilidad de penetrar colonias de ácaros protegidas por telaraña (Urigerson, 1990).

Phytoseiulus persimilis fue introducido accidentalmente a Alemania en raíces de orquídeas desde Chile en 1960 (Hussey y Scopes 1985; Zemek 1998; Mesa 2000; Rodríguez *et al.* 2003; Zhang 2003). Se han realizado estudios de este ácaro depredador como controlador de *T. urticae* sobre múltiples especies hospederas demostrando que es el controlador biológico mas efectivo por su habilidad para reducir la supervivencia y reproducción de *T. urticae* (Hussey y Scopes 1985; Asocolflores 1993; Zemek 1998; Mesa 2000; Rodríguez *et al.* 2003).

El ciclo biológico de *P. persimilis* a 20 °C está constituido por : estado de huevo, son grandes, después de la primera puesta son hialinos, anaranjados y brillantes, cambiando durante su desarrollo a colores opacos, son ovipositados en el envés de las hojas cerca de las colonias de *T. urticae* (Hussey y Scopes 1985). Después de tres días aproximadamente eclosiona una larva de seis patas, un día después se convierte en una protoninfa de ocho patas la cual es una buscadora activa de comida, consumiendo de cuatro a cinco huevos antes de convertirse en deutoninfa, el estado de deutoninfa dura aproximadamente dos días durante los cuales come seis huevos o jóvenes de ácaros fitófagos (Hussey y Scopes 1985; Malais y Ravensberg 1991; Arango 1992).

Esta característica de tener un ciclo de vida corto, hace que se les considere excelentes candidatos de control biológico de ácaros, puesto que mientras el ácaro fitófago pasa por una generación de huevo a adulto esté ácaro depredador ha pasado por dos ciclos generacionales (Mesa 2000).

Debido a su alta capacidad de depredación e incremento de la población puede disminuir rápidamente la población de la plaga (Helle y Sabelis 1985), el valor de máxima capacidad de predacion de *P. persimilis* es de veinticuatro huevos ó larvas de *T. urticae* en veinticuatro horas (Fernando y Hassel 1980) por lo que ha sido implementado en muchos países en cultivos bajo invernadero para el control de ácaros fitófagos, su uso ha incrementado debido a su eficiencia a nivel comercial (Helle y Sabelis 1985; Urigerson 1990).

La dispersión de *P. persimilis* y búsqueda de nuevas colonias de presas dependen del ambiente, la densidad y distribución de la presa y de la cantidad de telarañas (Hussey 1985; Malais 1991; Mesa 1996). Las caíromonas juegan un papel importante en la localización de la presa, son expelidas por la planta a causa del daño que produce el ácaro fitófago (Urigerson 1990; Mesa 2000; Rodríguez *et al.* 2003). La densidad de plantas también es importante, y si una planta infestada está en contacto con otra el depredador puede dispersarse fácilmente, el viento favorece su dispersión a grandes distancias (Urigerson 1990; Zemek y Nachman 1998). Cuando la densidad de población de la presa es baja los adultos depredadores se dispersan buscando nuevas colonias de presas, las ninfas permanecen en su sitio comiendo todo lo que haya ahí. (Hussey y Scopes 1985; Malais y Ravensberg 1991; Mesa 1996).

El uso de depredadores para el control de ácaros fitófagos en invernaderos tiene como ventaja la confinación de enemigos naturales en el área donde ellos son liberados con poca influencia de cultivos cercanos y condiciones ambientales semi-controladas (Mesa 2000).

3.3 ESTRATEGIAS DE MANEJO DEL ÁCARO FITÓFAGO

Las poblaciones de ácaros fitófagos en los cultivos de flores han incrementado a causa de desequilibrios ecológicos generados por el sistema de monocultivo, adaptación de los ácaros a condiciones semicontroladas dentro de los invernaderos, desarrollo de resistencia a los químicos debido a su persistencia en campo que acelera la selección de cepas genéticamente resistentes (Yaninek y Moraes 1992).

El uso de químicos para el control de ácaros fitófagos es una de las estrategias usadas por los cultivos comerciales de flores, realizan monitoreos basados en el número de camas afectadas por el ácaro plaga, lo cual lleva a una sobre estimación de la plaga (Gómez *et al.* 2004; Forero *et al.* 2008). Además de realizarse una detección tardía de la plaga este tipo de monitoreos presencia-ausencia no identifica los focos con poblaciones bajas y ubicadas en el tercio inferior de las plantas (Agricultura de las Américas 2005).

Forero *et al.* (2008) emplearon el monitoreo convencional (presencia-ausencia) utilizado en los cultivos comerciales de flores para realizar una comparación entre el tratamiento químico y

biológico para el control de *T.urticae*, concluyó que los métodos usados convencionalmente no son aplicables cuando se utilizan depredadores y sugiere que se debe utilizar la máxima capacidad de depredación proveniente de ensayos de respuesta funcional como criterio de liberación del ácaro depredador en campo.

De otro lado Hilarión *et al.* (2008) desarrollaron estudios para establecer parámetros de monitoreo y criterios para la introducción y liberación de ácaros depredadores. Concluyeron que el monitoreo directo permite una disminución de costos y proporciona información más precisa sobre la plaga comparado con el monitoreo convencional (presencia-ausencia).

Gaines *et al.* (2007) evaluaron la efectividad del control de *T. urticae* con el ácaro depredador *Amblyseius sp.* comparándolo con el control químico. Encontraron mayores fluctuaciones del ácaro plaga en el área evaluada en el tratamiento comercial por el uso de productos químicos que ejercen un efecto sobre la densidad poblacional y la distribución espacial de los ácaros fitófagos, a diferencia del control biológico en donde la plaga presenta menores fluctuaciones a lo largo del tiempo y la población se mantuvo a niveles bajos, debido a la interacción predador-presa y al potencial de acción del depredador. Sugieren determinar el nivel de establecimiento de los ácaros depredadores de acuerdo a las frecuencias de liberación.

3.4 ESTUDIOS DE IMPLEMENTACIÓN DE CONTROL BIOLOGICO CON ENEMIGOS NATURALES

Los programas de control biológico pretenden reducir poblaciones de la plaga en corto tiempo a bajo costo y en lo posible lograr el establecimiento del controlador en el sistema de cultivo (García 2000). Sin embargo una de las dificultades de implementar el control biológico con ácaros depredadores es lograr el establecimiento del ácaro depredador en campo con el fin de evitar o disminuir en lo posible liberaciones futuras para el control del ácaro fitófago.

Otros casos de estudio diferentes a ácaros

Heinz *et al.* (1988) realizaron dos liberaciones por semana de *Diglyphus begini* para el control de *Liriomyza trifolii* en un cultivo de clavelones en California. Observaron que la población del parasitoide aumento también por la descendencia de éstos producida en el invernadero. Concluyeron que el éxito del control del minador fue ocasionado por las liberaciones periódicas del parasitoide.

Heinz y Parrella (1990) condujeron liberaciones inundativas de la avispa parasítica *D. begini* para el control del minador *L. trifolii* estas liberaciones fueron realizadas una semana después de la plantación del cultivo y subsecuentes liberaciones fueron realizadas dos veces semanalmente. Las liberaciones de *D. begini* disminuyeron la población de *L. trifolii* a cero en un período de ocho semanas después de la primera liberación y permanecieron en este nivel hasta la finalización del cultivo.

Neuenschwander y Herren (1988) citado en Dent (2005) reportaron el establecimiento de *Epidinocarsis lopezi*, encontraron el parasitoide a 170 km de distancia del sitio de liberación, también reportaron la presencia y establecimiento de *E. lopezi* en 16 países mas de África. Este ha sido uno de los programas más exitosos de control biológico por el control que ejerció sobre la plaga y por su adaptación a diferentes condiciones climáticas en África.

Quintero *et al.* (1998) realizaron evaluaciones en 1996 y 1997 del establecimiento de *Cephalonomia stephanoderis* y *Prorops nasuta* que fueron liberadas entre 1990 y 1993 en fincas cafeteras determinando el nivel de infestación de broca en campo. Encontraron la presencia de los parasitoides cuatro años después de su liberación, lo cual indica su establecimiento.

Casos de estudio con ácaros

Rasmy y Ellaithy (1988) introdujeron a *P. persimilis* y dos especies nativas, *Phytoseius finitimus* y *Amblyseius gossipi*, en un cultivo de pepino bajo invernadero para el control de *T. urticae*, los dos ácaros depredadores nativos no se desarrollaron con éxito bajo estas condiciones, reportaron sobrevivencia de *P. persimilis* y control de este sobre el acaro fitófago.

Campbell y Lilley (1999) realizaron liberaciones inoculativas de *P. persimilis* para el control de *T. urticae* en las variedades de lúpulo enano Herald (1996) y First Gold (1997). Observaron mayor control y número del ácaro depredador en la variedad First Gold durante los dos años del experimento, encontraron que el tiempo y las tasas de liberación influyen la población de la plaga, ya que en el experimento realizado en 1997 arrojó como resultado menor número de la plaga y mayor presencia de *P. persimilis*.

Mesa y Duque (1994) realizaron un estudio de preadaptación para el establecimiento de los depredadores *Neoseiulus idaeus*, *Neoseiulus californicus* y *Typhlodromalus tenuiscutus* en yuca con jaulas de confinamiento con el fin de evaluar el establecimiento, capacidad de dispersión y dinámica de las especies, realizaron una sola liberación de 2000 individuos de cada especie en nueve plantas, los resultados que obtuvieron fue el establecimiento de *N. idaeus* y su dispersión en todas las parcelas en altos porcentajes en todos los niveles de las plantas.

Barrera et al. (1997) en el Centro de Investigaciones y Asesorías Agroindustriales – CIAA realizaron liberaciones de dos ácaros depredadores, *Neoseiulus californicus* y *Phytoseiulus persimilis*. Siendo efectivo el control del ácaro plaga cuando se liberaron de 10 a 20 depredadores por planta. Encontraron que el depredador *N. californicus* estaba presente en las últimas evaluaciones realizadas a las nueve y dieciséis semanas después de la última liberación, debido a que fue el depredador liberado en mayor cantidad y por su capacidad de sobrevivir con alimentación suplementaria. El éxito del control de la plaga fue por una alta liberación de los depredadores y su establecimiento. En éste estudio no es clara la causa del establecimiento ya que las liberaciones que realizaron no tienen una frecuencia definida.

Barrera y De Vis (1997) posteriormente realizaron el mismo estudio en cultivos comerciales de rosa de la Sabana de Bogotá, liberando los depredadores según el tamaño del foco. Observaron sobrevivencia de los dos ácaros depredadores pero sólo se estableció *N. californicus* por un corto periodo de tiempo. Reportaron presencia de los depredadores durante el ensayo pero éstos no lograron controlar la plaga. Este efecto y no establecimiento de uno de los depredadores fue atribuido a las prácticas de manejo de la producción de las flores (especialmente por el uso de químicos no compatibles).

En la empresa donde *N. californicus* se estableció por un corto periodo no es claro si este efecto fue a causa de las frecuencias de liberación del ácaro depredador las cuales no fueron definidas ya que los intervalos de liberación variaron a través del tiempo. Además, las liberaciones fueron localizadas y según el tamaño del foco. En la segunda empresa evaluada encontraron presencia de *P. persimilis* durante la realización de las liberaciones las cuales fueron con una frecuencia semanal pero no encontraron establecimiento de éste a causa de las fumigaciones con productos no compatibles con el depredador y demás prácticas de manejo fitosanitario.

En estudios previos realizados para la implementación de el depredador *P. persimilis* Gómez *et al.* (2004) en un área de investigación semicomercial en el CIAA y en un cultivo comercial de rosas, inicialmente realizaron liberaciones quincenales en las unidades evaluadas con presencia de *T. urticae*. En el CIAA al observar un aumento de la población de la plaga en el cultivo realizaron aplicación de químicos y erradicación de material vegetal afectado. Reanudaron las liberaciones del depredador con frecuencias semanales y generalizadas en el invernadero empleando estrategias de manejo químico y cultural. En la empresa comercial al inicio del estudio debido al incremento de las poblaciones de trips realizaron fumigaciones con productos químicos no compatibles con el depredador, posterior a las fumigaciones reanudaron las liberaciones del ácaro depredador realizándolas semanalmente y generalizadas en el invernadero.

En el anterior estudio concluyeron que es posible implementar el uso de *P. persimilis* como parte de un manejo integrado de plagas, sin embargo no se puede concluir si el establecimiento del ácaro depredador y el control ejercido sobre la plaga se debe a las frecuencias de liberación quincenales y localizadas o a las liberaciones posteriores que fueron con frecuencias semanales y generalizadas ya que no hay punto de comparación entre estos parámetros.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Área de estudio

La investigación se realizó de octubre a diciembre del 2007, en el municipio de Guasca (Cundinamarca) al nororiente de Bogotá, Guasca se encuentra entre los 2710 y 3500 msnm de altitud, con temperatura promedio de 13°C, en la Vereda San José, en el cultivo de rosas bajo invernadero de la empresa C.I WUAYUU FLOWERS S.A, este tiene una temperatura que oscila entre los 3 °C a 4 °C en la mañana y 30 °C a 35 °C en la tarde (Anexo 1).

El estudio se realizó en cultivo comercial de rosa variedad Light Orlando, cultivo tradicional, con tres años de edad y una altura aproximada de 1.70 metros, sembradas en 16 camas de 32 metros de longitud y 0,8 metros de ancho y divididas en ocho cuadros.

4.2 Descripción de tratamientos

Se evaluaron cinco tratamientos, cada uno de los cuales correspondía a una determinada frecuencia de liberación, tal como se presenta a continuación (Anexo 2):

Tratamiento 1 (T1): Liberación semanal

Tratamiento 2 (T2): Liberación con una semana de intermedio

Tratamiento 3 (T3): Liberación con dos semanas de intermedio

Tratamiento 4 (T4): Liberación con tres semanas de intermedio

Tratamiento 5 (T5): Liberación con cuatro semanas de intermedio

Como unidad experimental de cada tratamiento se consideró una cama productiva de cultivo comercial de rosa. Ninguno de los tratamientos tuvo repeticiones. Entre las diferentes unidades experimentales se dejó una cama intermedia. Dentro de cada unidad experimental se tomó una planta por cuadro (Figura 1).

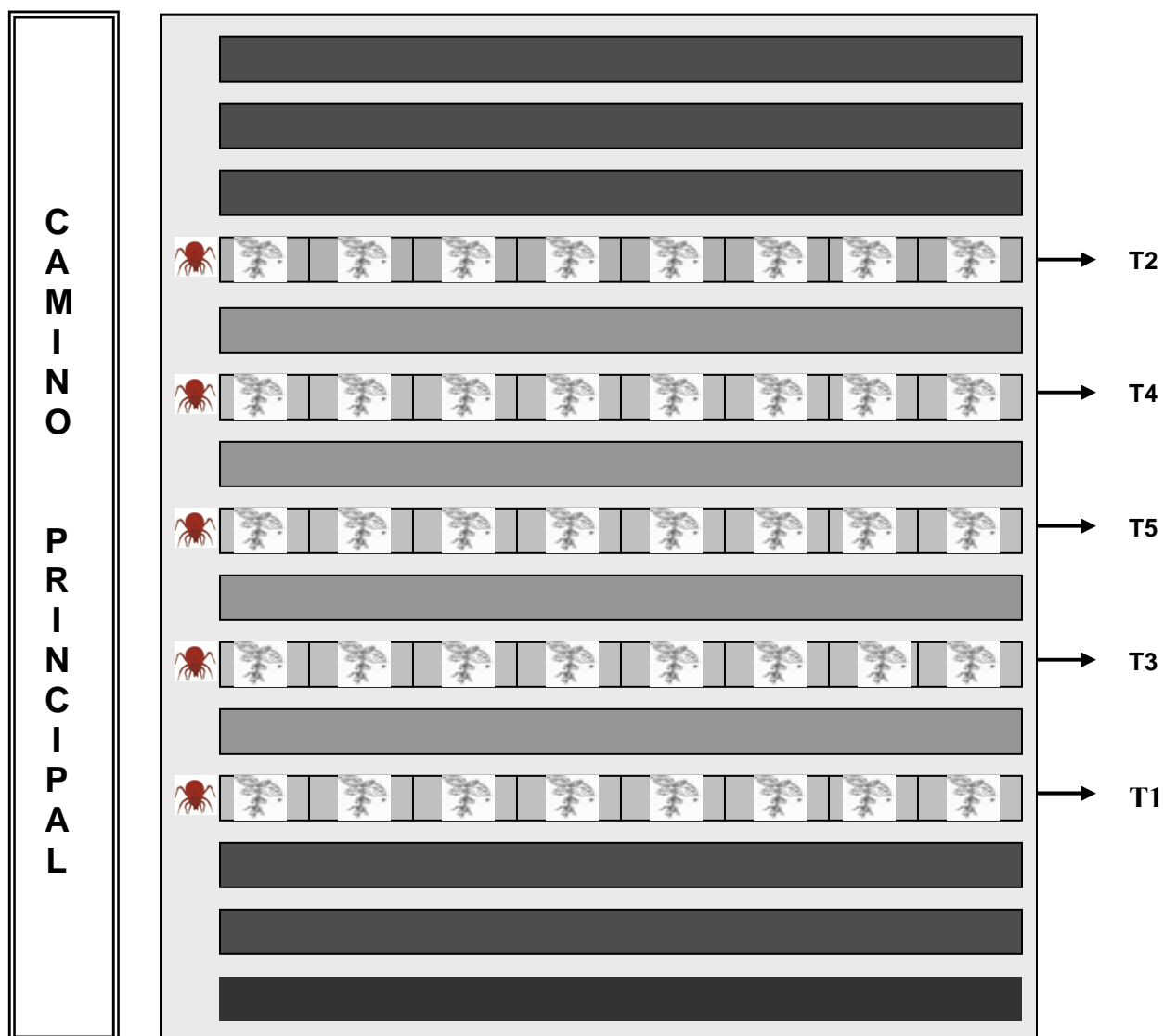


Figura 1. Distribución de los tratamientos dentro del área de estudio, en un cultivo de rosa bajo invernadero variedad Light Orlando. T1= Liberación semanal, T2= Liberación con una semana de intermedio, T3= Liberación con dos semanas de intermedio, T4= Liberación con tres semanas de intermedio, T5= Liberación con cuatro semanas de intermedio.

4.3 Descripción del muestreo

Las plantas se dividieron en tercio inferior que va de 0 cm a 50 cm por encima del suelo, tercio medio que va de 50 cm a 90 cm, y tercio superior que corresponde desde los 90 cm hasta la altura final de la planta (Figura 2).

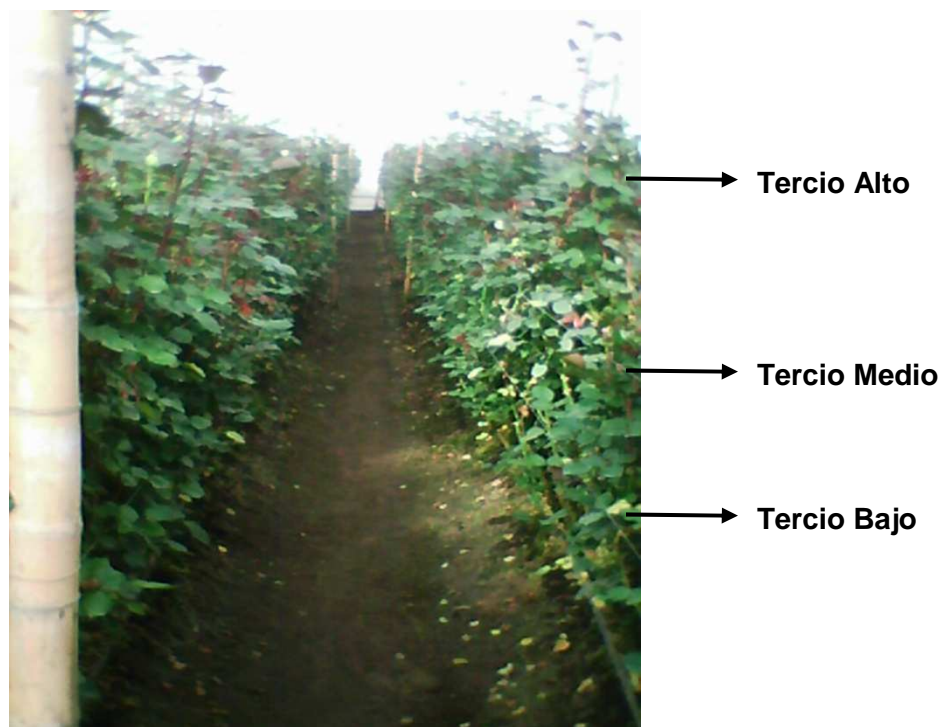


Figura 2. División vertical de las plantas de rosa variedad Light Orlando cultivo tradicional para el desarrollo del monitoreo.

El muestreo empleado para este estudio se realizó en las horas de la mañana y consistió en tomar una planta al azar por cada cuadro. En cada tercio de esta planta se escogió una hoja completa al azar constituida por cinco a siete folíolos, la cual se marcó con una cinta roja, con el fin de liberar en estas hojas marcadas los depredadores a las 24 horas siguientes del monitoreo y como referencia en la evaluación para evaluar el control del ácaro depredador en campo (Figura 3). Se contó el número de hojas por tercio para conocer el número total de hojas por planta y el número de plantas por cama para calcular la población total del ácaro fitófago y la

proporción de estados en las camas evaluadas de la variedad en el cultivo. Para determinar la densidad de la plaga en cada foliolo de la hoja marcada se contaron los estados de huevo, larva, ninfa y adulto de *T. urticae* con ayuda de una lupa de 10x y se registraron en una planilla (Anexo 3).



Figura 3. Hojas monitoreadas y marcadas con cinta roja para la liberación del depredador *P. persimilis*.

4.4 Obtención y liberación de *P. persimilis* en el cultivo de rosas

Los depredadores fueron obtenidos de la Unidad de Cría de enemigos naturales de Facultad de Ciencias de la Universidad Militar Nueva Granada, localizada en el municipio de Cajicá (Cundinamarca) a 2600 msnm, con valores promedio de 17 °C y 60 %HR.

Los individuos fueron recolectados por medio de un aspirador bucal dentro de un envase plástico, el cual una vez terminada la cosecha se tapaba con una tapa plástica con respiradero,

cada uno de estos envases de plástico contenían 320 individuos, se tuvo en cuenta el porcentaje de mortalidad por transporte que es de 7% (Hilarion y Niño 2007), con el fin de garantizar el número de ácaros a liberar en cada tratamiento, tomando como criterio de liberación la densidad de la plaga estimada y la respuesta funcional reportada por Fernando y Hassell (1980), en donde un adulto de *P. persimilis* consumió 24 huevos o 24 larvas en 24 horas.

El total de liberaciones realizadas en cada tratamiento fue el siguiente:

Tabla 2. Número de liberaciones realizadas por tratamiento.

Frecuencia de liberación	Número de liberaciones de ácaros depredadores
Semanal	Siete
Una semana de intermedio	Cuatro
Dos semanas de intermedio	Dos
Tres semanas de intermedio	Dos
Cuatro semanas de intermedio	Dos

El transporte de los depredadores al cultivo comercial se hizo en una nevera de icopor pequeña que contenía todos los frascos con los individuos recolectados para su posterior liberación. Las liberaciones se realizaron a las 24 horas del monitoreo sobre las hojas marcadas con la cinta roja en cada uno de los tercios y sobre las plantas de la cama dando un golpe suave al envase plástico, con el fin de hacer una dispersión homogénea del depredador.

4.5 Evaluación del control del ácaro depredador sobre *T. urticae*

24 horas después de la liberación del ácaro depredador sobre las hojas marcadas durante el monitoreo se hizo evaluación del control de *P. persimilis* sobre los diferentes estados biológicos de *T. urticae*

En 17 liberaciones de *P. persimilis* se hicieron 68 evaluaciones para evaluar la efectividad del ácaro depredador en los diferentes estados biológicos de *T. urticae* en cada una de las diferentes frecuencias de liberación (Tabla 3)

Tabla 3. Número de evaluaciones realizadas por tratamiento. H: huevos, L: larvas, N: ninfas y A: adultos.

Tratamientos	Número de liberaciones	Estados evaluados de <i>T. urticae</i>	Total de evaluaciones / tratamiento
1	7	H,L,N,A	28
2	4	H,L,N,A	16
3	2	H,L,N,A	8
4	2	H,L,N,A	8
5	2	H,L,N,A	8
TOTAL	17		68

4.6 Evaluación del establecimiento de *Phytoseiulus persimilis*

Para esto se contaron todos los individuos encontrados (huevos y móviles) de *P. persimilis* no sólo durante los períodos entre liberaciones del ácaro depredador, sino también un mes después de haber realizado la última liberación en cada uno de los tratamientos.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Evaluación del control de *Phytoseiulus persimilis* sobre el ácaro fitófago *Tetranychus urticae*

En la Figura 4 se presenta el número total de estados biológicos de *T. urticae* preferidos (huevos y larvas) por *P. persimilis*, que estaban presentes antes y después de las liberaciones totales del ácaro depredador en las diferentes frecuencias de liberación.

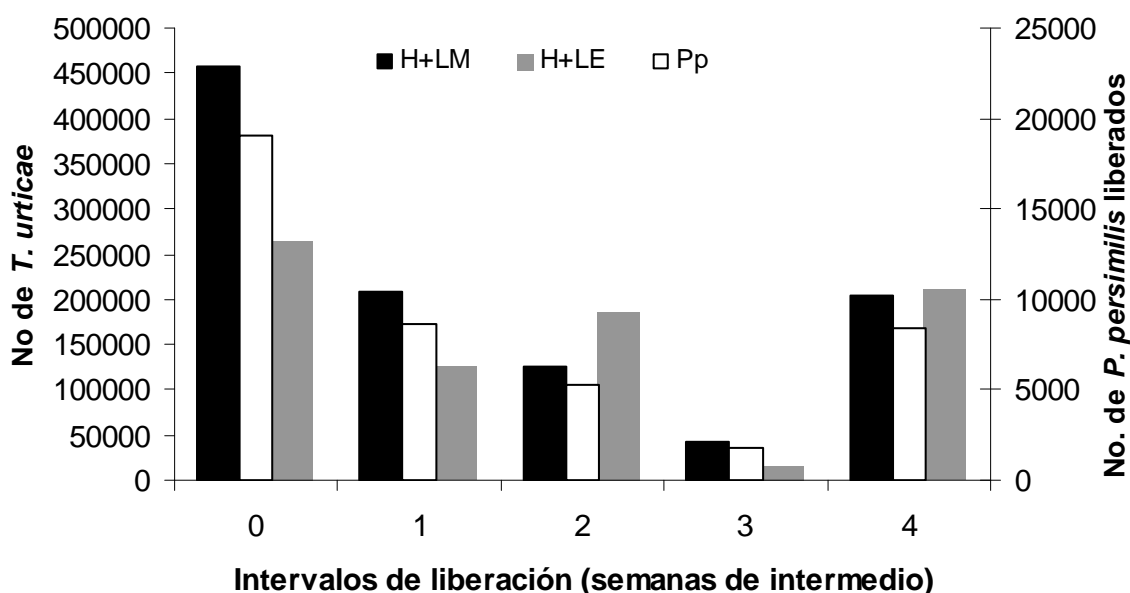


Figura 4. Total de huevos y larvas de *Tetranychus urticae* encontrados antes (■ H+LM) y después (■ H+LE) de la liberación de adultos de *Phytoseiulus persimilis* (□ Pp) en las diferentes frecuencias de liberación.

De manera general se observa que las liberaciones de *P. persimilis* tuvieron un efecto regulador de huevos y larvas de *T. urticae* en la mayoría de las frecuencias de liberación evaluadas, excepto cuando las liberaciones se hicieron con dos y cuatro semanas de intervalo (Tabla 4). Esto se evidencia, en algunos casos donde se encontró que posterior a la liberación de *P. persimilis* no disminuyeron las poblaciones de *T. urticae*, por el contrario, estas poblaciones aumentaron (Fig. 5G, 5H y 5I, Tabla 4, Anexo 4). Estas situaciones podrían explicarse por la dinámica de crecimiento poblacional de *T. urticae* y no necesariamente por una baja efectividad del ácaro depredador la cual fue demostrada en 49 de las evaluaciones realizadas sobre

huevos, larvas, ninfas y adultos. Sólo en 19 evaluaciones se registró que no hubo control de algunas de las edades de *T. urticae* posterior a la liberación de *P. persimilis* (Tabla 4, Anexo 4). El comportamiento en esos dos tratamientos se debió probablemente al cambio de ninfas a adultos y la oviposición de huevos por estos adultos, además por la posible migración de *T. urticae* o porque la frecuencia de liberación no es la adecuada.

En la Tabla 4 se evidencia el aumento de los adultos de 6105 en el monitoreo a 13117 en la evaluación después de la liberación en el tratamiento en donde se realizaron liberaciones con dos semanas de intermedio, al igual que en la segunda liberación realizada en este tratamiento el número de adultos aumento de 11027 a 30085 lo que explica el aumento de huevos encontrados para las evaluaciones después de las liberación. Este comportamiento también se observó en la primera evaluación donde las frecuencias de liberación se realizaron con cuatro semanas de intermedio.

Tabla 4. Número total de estados biológicos de *T. urticae* encontrados durante el monitoreo y evaluación en los intervalos de liberación con dos y cuatro semanas de intermedio (ver demás intervalos de liberación en Anexo 4).

A

Liberación con dos semanas de intermedio (Monitoreo)				
Monitoreo	H	L	N	A
M1	60225	29122	12292	6105
M2	24502	12457	3987	11027

B

Liberación con dos semanas de intermedio (Evaluación)				
Evaluación	H	L	N	A
E1	93967	16170	7425	13117
E2	47657	27362	6517	30085

C

Liberación con cuatro semanas de intermedio (Monitoreo)				
Monitoreo	H	L	N	A
M1	34657	1491	3493	392
M2	125060	41925	69842	62302

D

Liberación con cuatro semanas de intermedio (Evaluación)				
Evaluación	H	L	N	A
E1	162534	4317	4317	5102
E2	25285	18785	22652	26162

En la Figura 5 se observa control diferencial de *P. persimilis* sobre huevos, larvas y ninfas de *T. urticae* cuando varían las frecuencias de liberación del depredador que variaron desde liberaciones semanales hasta liberaciones con cuatro semanas de intermedio. En total se realizaron 68 evaluaciones de la efectividad de ácaros depredadores sobre huevos, larvas, ninfas y adultos de *T. urticae*.

Cuando se hicieron liberaciones más frecuentes del ácaro depredador (liberación semanal y liberación con una semana de intermedio), se observa el mayor número de casos de regulación de ácaros fitófagos. En un trabajo similar realizado por Heinz y Parrela (1988) en el que se evaluó el control minador *Liriomyza trifolii* en un cultivo de clavelones en invernadero, utilizando liberaciones de adultos del parasitoide *Diglyphus sp.*, también se encontró que las mas altas frecuencias de liberación del enemigo natural generaron un mejor efecto regulador de poblaciones de la plaga.

En ese trabajo, encontraron que después de tres semanas de la liberación de los parasitoides los adultos de la población de minadores comenzaron a declinar rápidamente y permanecieron a bajos niveles; la misma tendencia se observó en la población de larvas que después de 6 semanas de haber liberado los parasitoides disminuyó hasta desaparecer. El éxito del control del minador en el cultivo de invernadero fue debido a las liberaciones periódicas de *D. begini*.

Así mismo Jones *et al.* (1986) citado en Heinz y Parrela (1990); reportaron que liberaciones repetidas de *Diglyphus interjmedius* (Girault) y *Chrysocharis parksi* (Crawford) (Hymenoptera: Eulophidae) mantuvieron un control exitoso sobre poblaciones de *L. trifolii* en crisantemos de invernadero, ya que liberaciones inundativas repetidas de enemigos naturales pueden reducir la magnitud de incidencia de plaga substancialmente. Las reducciones en la población del minador fueron el resultado de las liberaciones del parasitoide y su progenie.

Al analizar los huevos se observa que en tres evaluaciones posteriores al momento de liberación de *P. persimilis* el número de huevos registrados de *T. urticae* fue mayor al momento previo a la liberación del ácaro depredador (Fig 5G y 5M, Anexo4 4B y 4D). Esto puede

explicarse porque en esos casos había un número alto de adultos que posiblemente estaban aportando unos huevos que no eran considerados en el momento previo a la liberación.

Así mismo, al analizar las larvas se observa que en seis evaluaciones (Fig 5E, 5H, 5K y 5N Tabla 4B, Anexo4 4D y 4F) no hubo control de larvas de *T. urticae* después de cada liberación de *P. persimilis*. El incremento en el número de larvas en la evaluación posiblemente proviene de aquellos huevos no depredados que estaban pasando a la edad de larva. Es posible que estas larvas sólo alcanzaron esta edad después del momento de realizar el monitoreo sobre el cual se hacían las proyecciones de las liberaciones. Esta misma explicación se puede asumir para los casos en los que no hubo control de ninfas (cuatro) y de adultos (seis) (Fig 5 y 6). Además, se debe tener en cuenta que aunque *P. persimilis* depreda todos los estados de *T. urticae*, presenta una fuerte preferencia por huevos y larvas que por ninfas y adultos de este ácaro fitófago.

En la misma figura 5 se observa que al realizar liberaciones semanales, con dos semanas de intermedio y tres semanas de *P. persimilis* las poblaciones de *T. urticae* se mantienen reguladas. Además, cuando se suspenden las liberaciones de ácaros depredadores se incrementan las poblaciones del ácaro fitófago. Sin embargo, el incremento de *T. urticae* es menor en aquellas situaciones en las cuales se hicieron liberaciones periódicas de *P. persimilis*. Campbell y Lilley (1999) reportan la importancia del tiempo de introducción y las tasas de liberación de *P. persimilis* para el control de *T. urticae* sobre variedades de lúpulo enano. Realizaron liberaciones inoculativas simples de *P. persimilis*, encontrando que el tiempo y las tasas de liberación influyen el desarrollo de la población de la plaga, independiente de su densidad inicial, también encontraron que los más importantes factores que gobiernan el éxito de la introducción de depredadores es la proporción inicial de predadores-presa, su distribución y las tasas de dispersión de los predadores. En todos los tratamientos el número de ácaros decreció cuando la proporción predador-presa alcanza aproximadamente 10:1; a si mismo los números más bajos de ácaros fitófagos fueron registrados sobre las más altas tasas de liberación de *P. persimilis* por más semanas.

Otros factores que soportan la necesidad de liberaciones repetidas son reportadas por Skirvin y Fenlon (2003) donde dedujeron a partir de sus experimentos que es improbable que *P. persimilis* fuese capaz de localizar un parche de *T. urticae* antes de que muera, requiriendo repetidas introducciones para controlar las poblaciones de *T. urticae*. Esta necesidad en la introducción repetida de *P. persimilis* a bajas densidades de la plaga es soportadas por estudios de modelo de simulación donde con una simple introducción el predador usualmente se aísla de los parches de *T. urticae* y muere de hambre, pero la repetida liberación semanal de *P. persimilis* lleva a la eliminación de *T. urticae* de las plantas en el cultivo (Skirvin y Fenlon 2003).

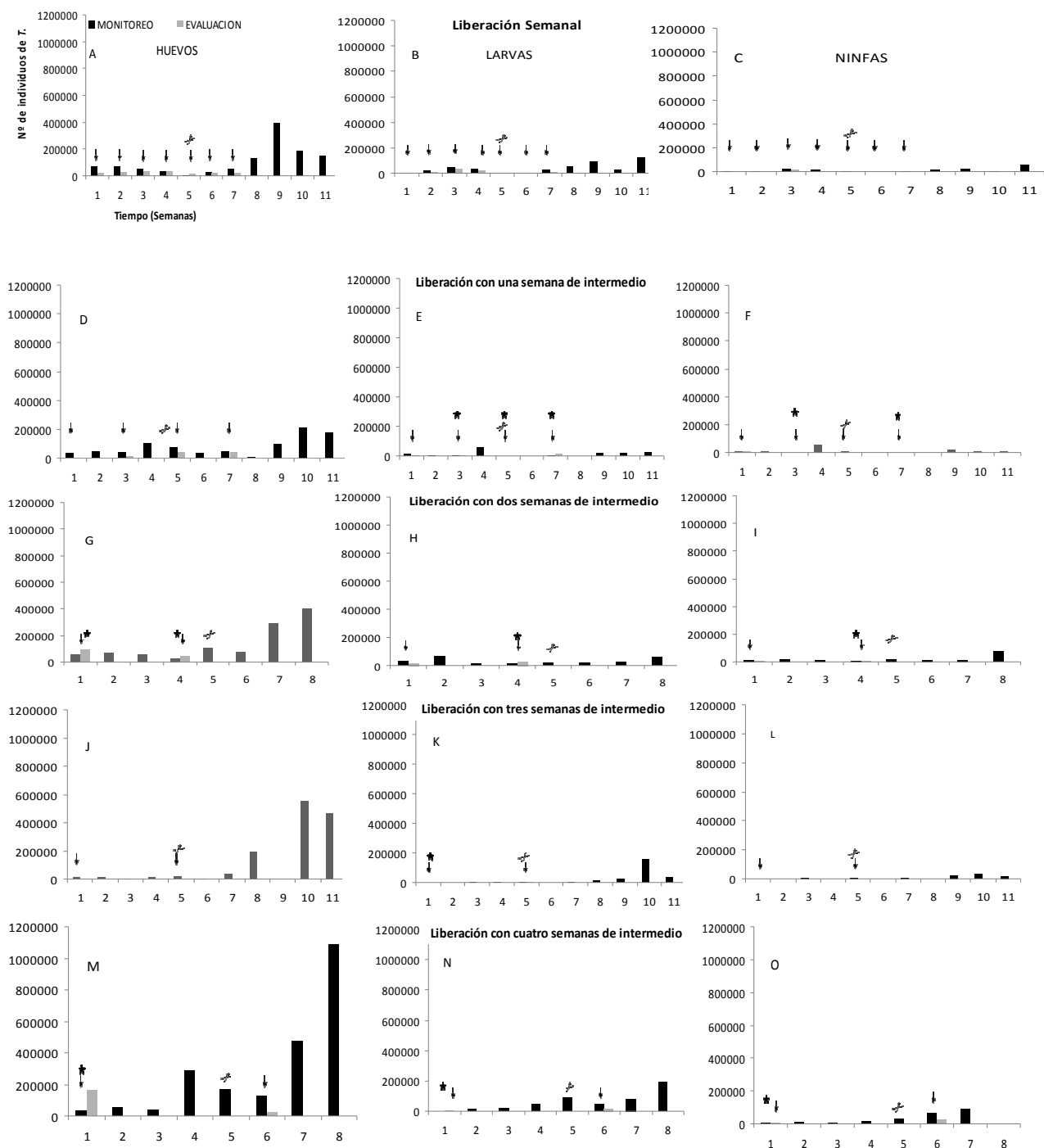


Figura 5. Efecto de diferentes frecuencias de liberación del ácaro depredador *Phytoseiulus persimilis* sobre el número de A) huevos, B) larvas y C) ninfas de *Tetranychus urticae* presentes por cama de siembra (25.7 m²) de rosa var. Light Orlando. (↓) Momentos de liberación de los ácaros depredadores. (✂) Semana de poda. (★) Ausencia de control de la población de *T. urticae* evaluada.

ADULTOS

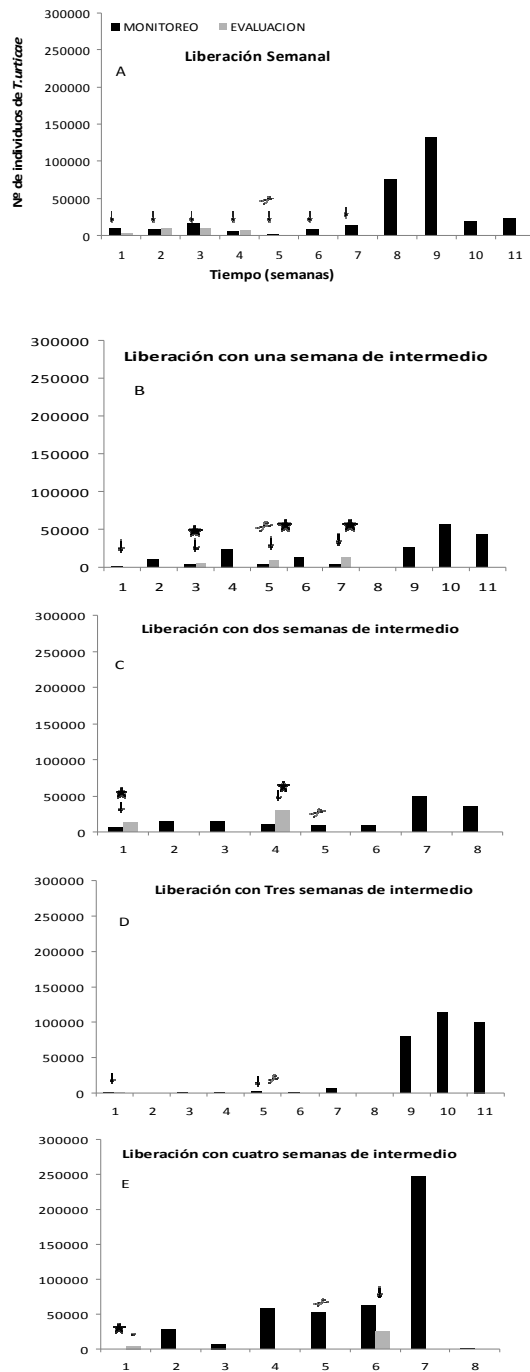


Figura 6. Efecto de diferentes frecuencias de liberación del ácaro depredador *Phytoseiulus persimilis* sobre el número de adultos de *Tetranychus urticae* presentes por cama de siembra (25.7 m²) de rosa var. Light Orlando. (↓) Momentos de liberación de los ácaros depredadores. (✂) Semana de poda. (★) Ausencia de control de la población de *T. urticae* evaluada.

5.2 Número de *Tetranychus urticae* después de la última liberación

En la Figuras 7 y 8 se observa que las poblaciones de *T. urticae* continúan presentes en todos los tratamientos, por lo menos cuatro semanas después de haber realizado la última liberación de ácaros depredadores en las diferentes frecuencias de liberación. En aquellos tratamientos en los cuales no hubo efecto del depredador (dos y cuatro semanas de intervalo entre liberaciones) debido a las altas poblaciones de adultos de *T. urticae*, se realizaron aspersiones con productos químicos (Fig 7), posterior a esto no se realizaron monitoreos ya que se dieron por terminados estos tratamientos. En los tratamientos donde no se realizaron aspersiones, las poblaciones de *T. urticae* incrementan con tendencias suaves (Fig. 7). Es probable que esto se deba al efecto que aún presentan los ácaros depredadores que se lograron establecer en el cultivo después de la última liberación y durante cuatro semanas (De Vis 2001).

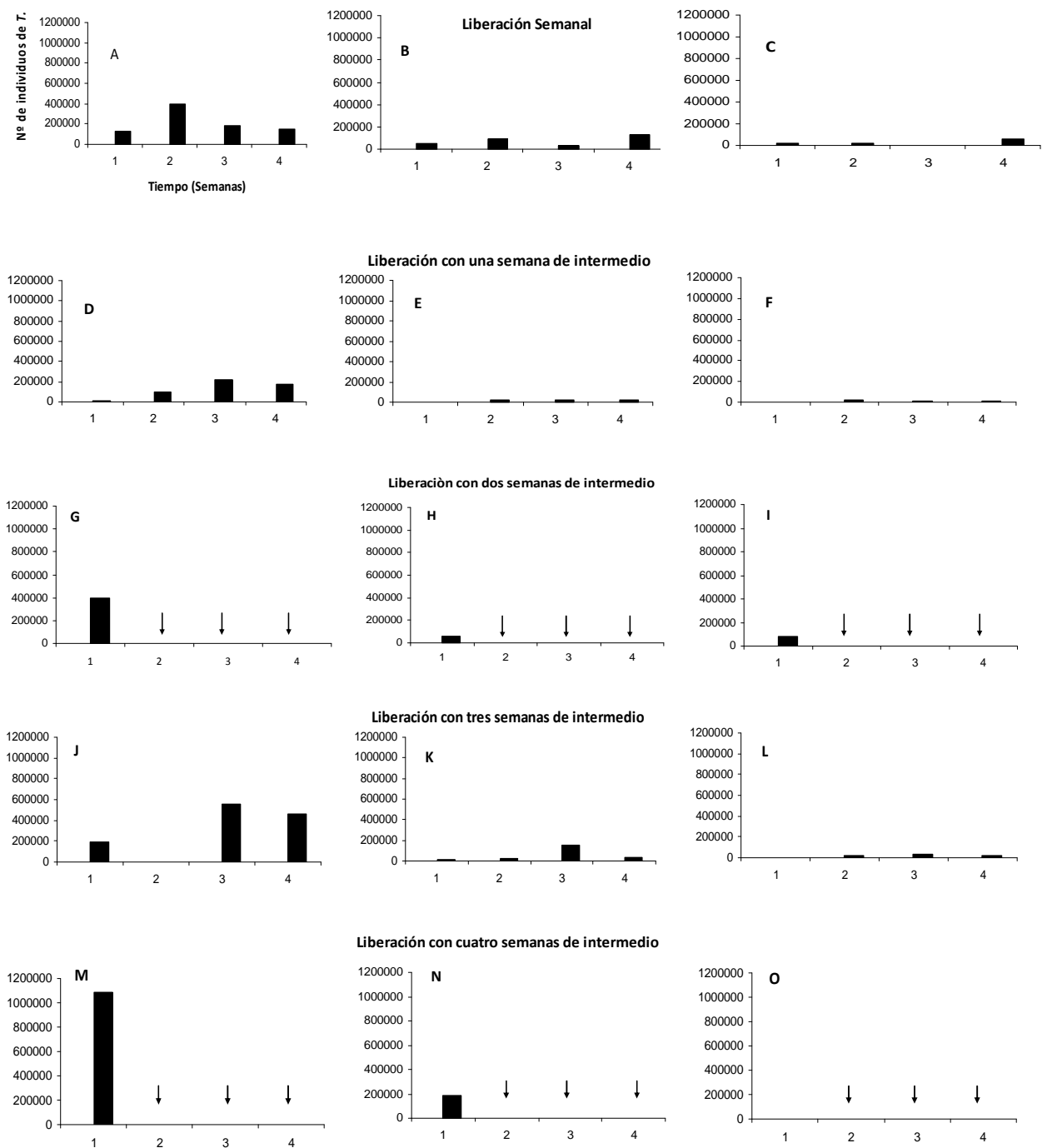


Figura 7. Numero de huevos, larvas y ninfas de *T. urticae* presentes en todos los tratamientos después de la ultima liberación. (↓) Las flechas indican aplicación de plaguicidas.

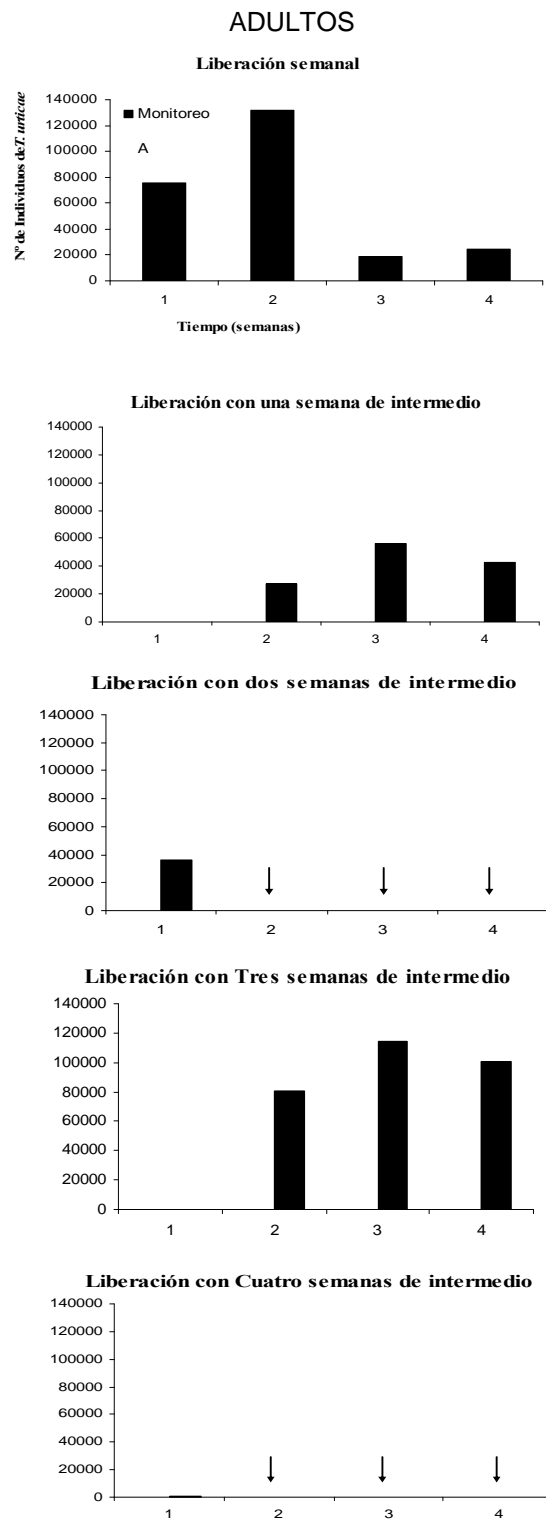


Figura 8. Numero de adultos de *T. urticae* presentes en todos los tratamientos después de la ultima liberación. (↓) Las flechas indican aplicación de plaguicidas.

5.3 Evaluación del establecimiento de *Phytoseiulus persimilis* en un cultivo de rosa bajo invernadero.

El establecimiento del ácaro depredador *P. persimilis* se presenta en los tratamientos en donde las frecuencias de liberación son mayores. A mayor número de liberaciones (frecuencia de liberación) y número adecuado de individuos liberados (respuesta funcional) se registro mayor incidencia y establecimiento del ácaro depredador, esto también ha sido reportado por Dent (2005) que subraya que el número de individuos liberados en una sola ocasión puede también influenciar el cambio en el establecimiento. En Canadá un análisis de éxito y fallas de introducciones reportadas por Beirne (1975) concluyó que el establecimiento exitoso puede ser favorecido por liberaciones de un gran número de individuos con una oportuna secuencia.

El mismo autor indica que ha mayor número de liberaciones mayor logro de establecimiento, sugiere que las liberaciones sean realizadas usualmente en diferentes sitios seleccionados que posean las condiciones apropiadas para el establecimiento del enemigo natural y reflejen el rango medioambiental ocupado por el insecto plaga sobre su hospedero.

A si mismo Andres y McMurtry (1992) y Shea y Possingham (2000) señalan que para el establecimiento de un enemigo natural se deben llevar a cabo liberaciones en diferentes tiempos y en múltiples sitios para maximizar la posibilidad de encontrar las condiciones necesarias para el establecimiento; agregan que la optima estrategia depende del éxito de liberaciones previas, la relación entre el tamaño del inoculo y de la liberación de un alto número de individuos lo cual conduce a una alta probabilidad de establecimiento.

El establecimiento se evidencia por el número de individuos del ácaro depredador encontrados en las cuatro semanas posteriores a la última liberación (Barrera y Rodriguez 1997; Barrera y De Vis 1997). En el tratamiento donde se liberan los ácaros depredadores con dos semanas de intermedio se observa establecimiento de *P. persimilis* pero no hay control sobre la poblacion de la plaga. El intervalo de liberación para éste tratamiento es muy amplio lo que conlleva a un aumento en la población de ácaro fitófago que no pudo ser controlada por el ácaro depredador (Figura 9).

Hay varios factores externos que influyen en la biología básica de *P. persimilis* como lo son la temperatura y la humedad relativa que afectan el desarrollo, fecundidad y supervivencia del ácaro depredador en campo, parametros que al final determinan la fecundidad y longevidad de

las hembras, posibilidad de desarrollo de los huevos y de los estados inmaduros (Stiling 1990; Gough 1991;Rogriguez *et al.* 2003), lo cual trae como consecuencia una menor habilidad predatoria y por consiguiente un menor rendimiento y eficiencia en el control de plagas en un cultivo (Skirvin y Fenlon 2003), otros factores propios de la planta hospedera como la morfología característica de la planta, presencia de tricomas y pelos en las hojas tienen un gran impacto sobre la habilidad de búsqueda de los enemigos naturales, además las toxinas químicas producidas por la planta hospedera aísla la presa haciendo ésta menos palatable para el depredador (Skirvin y Fenlon 2001).

Prácticas corrientes en la producción del cultivo como lo son fumigaciones, podas, riego y lavados, además el transporte de los ácaros depredadores a los cultivos para su posterior liberación pudieron incidir en la dinámica de los depredadores y su establecimiento ya que se encontraron muchos ácaros depredadores muertos en su transporte y en las hojas debido a las labores propias del cultivo (lavados, podas, fertilización foliar)(Berendt 1973;Barrera y De Vis 1997)

Además, en cultivos con varios años de producción se han acumulado residuos de productos químicos de amplio espectro y de alta residualidad que dificultan el establecimiento y la eficiencia de los enemigos naturales (De vis 2001).

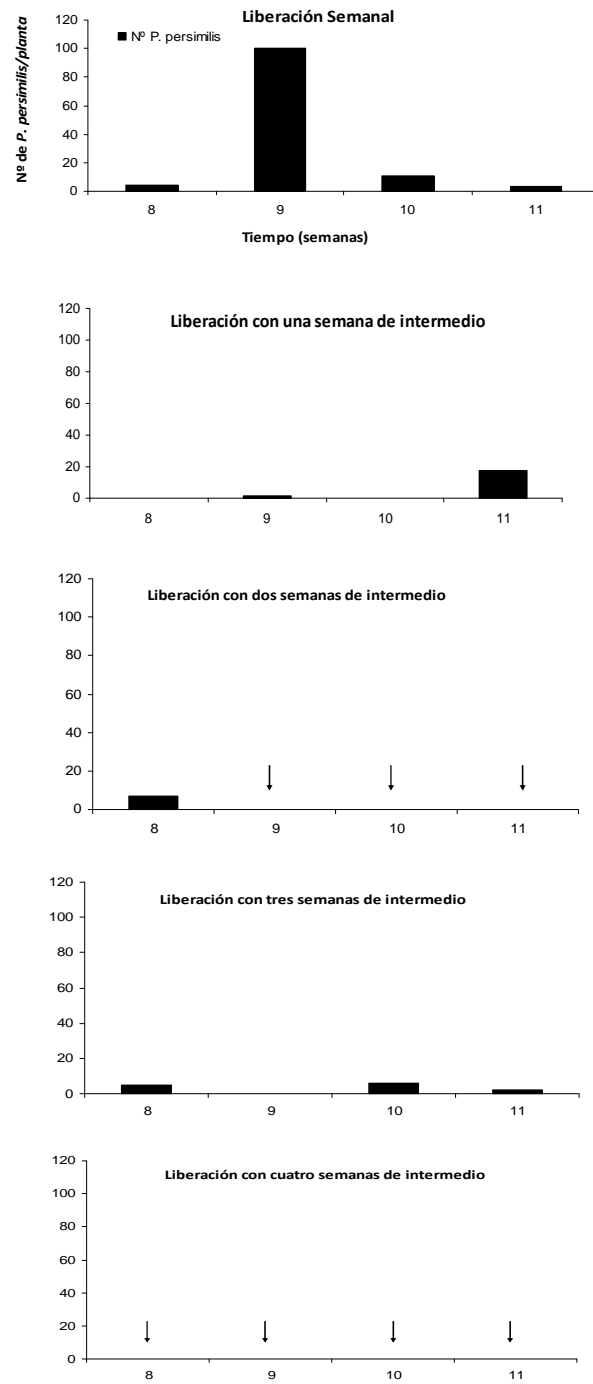


FIGURA 9. Efecto de las frecuencias de liberación sobre el establecimiento del ácaro depredador *P. persimilis* en las camas de siembra evaluadas de la variedad Light Orlando. Las flechas (↓) indican aplicación de plaguicidas.

5.4 Número de *P. persimilis* encontrados en los muestreos después de la última semana de liberación

En la figura 10 se observa correlación entre frecuencias de liberación y número de ácaros depredadores encontrados (sumatoria de huevos, larvas, ninfas y adultos) en los monitoreos realizados para conocer el establecimiento del ácaro depredador según la frecuencia de liberación. Mediante esta regresión se determina que a mayor número de liberaciones del ácaro depredador mayor es el número de individuos encontrados en campo y por lo cual se presenta mayor control de la población plaga.

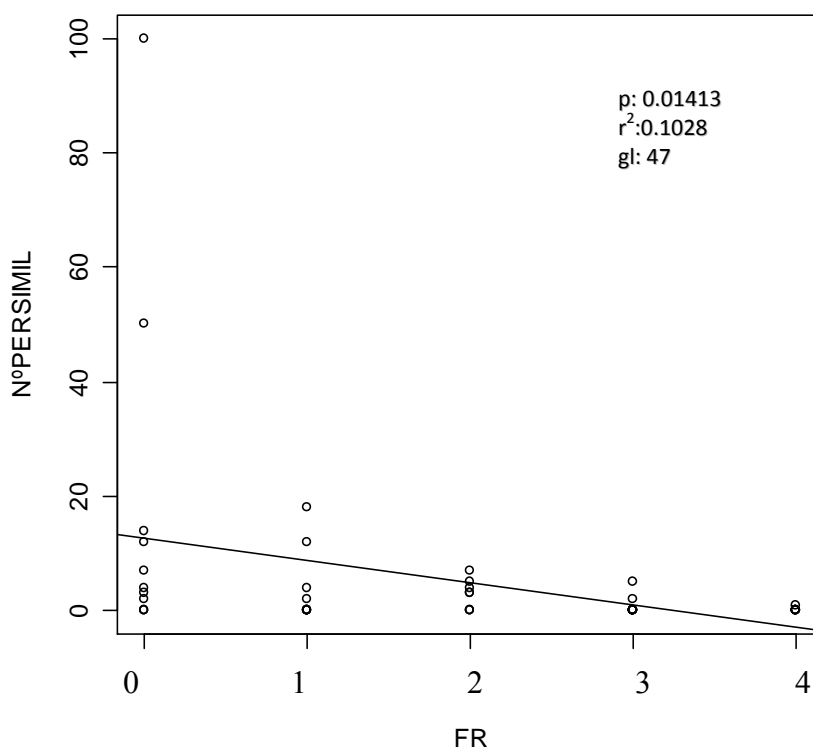


FIGURA 10. Regresión lineal del número de ácaros depredadores encontrados según la frecuencia de liberación. FR= frecuencia de liberación. 0= frecuencia de liberación semanal, 1= frecuencia de liberación con una semana de intermedio, 2= frecuencia de liberación con dos semanas de intermedio, 3= frecuencia de liberación con 3 semanas de intermedio, 4= frecuencia de liberación con 4 semanas de intermedio.

6. Conclusiones

Se deduce que se logra mayor control de *T. urticae* realizando liberaciones frecuentes (semanal y con una semana de intermedio) y usando la respuesta funcional del depredador *P. persimilis* como criterio de liberación. Por otra parte, las fluctuaciones poblacionales menos marcadas del ácaro fitófago *T. urticae* se observaron en los tratamientos donde los intervalos de liberación son menores permaneciendo controlados constantemente por la efectividad del ácaro depredador. También se evidencia establecimiento de *P. persimilis* en donde las frecuencias de liberación son mayores. Además con la utilización de enemigos naturales dentro de un programa de manejo integrado de plagas, se puede disminuir significativamente la aplicación de agroquímicos.

7. Recomendaciones

Se sugiere cosechar depredadores teniendo en cuenta el porcentaje de mortalidad por transporte, por muerte a causa de residuos tóxicos, prácticas culturales y factores ambientales. En el momento de determinar cuántos depredadores se van a liberar se debe tener en cuenta la dinámica de crecimiento poblacional de la plaga. Además tener en cuenta en el monitoreo los estados quiescentes de *T. urticae* para evitar la subestimación de la plaga en campo. Estandarizar un monitoreo para la detección de *T. urticae* en un cultivo tradicional con el fin de disminuir tiempo y costos.

Determinar la eficiencia de control de dos o más fitoseidos coexistiendo en campo. Realizar estudios acerca de adaptaciones climáticas y otros factores ambientales propios de los invernaderos de producción de flores sobre ácaros depredadores. Efectuar evaluaciones de la compatibilidad de productos químicos sobre la biología y ecología de ácaros depredadores en cultivos comerciales. Implementar a *Phytoseiulus persimilis* como parte de un manejo integrado de plagas por su establecimiento y eficiencia en el control de *Tetranychus urticae* en cultivo comercial de rosa.

8. Revisión Bibliográfica

ACOSTA, A. 1992. Control Biológico de ácaros Tetranychidae. Agronomía Colombiana. 9 (2): 202-206.

AGRICULTURA DE LAS AMÉRICAS, 2005. Una Araña poco amigable con las flores. Ed. 342. 70-72.

ANDRES, L.; McMURTRY, J. 1992. Section II. Pest Management Methods. Introduction of new species and biotypes. p. 41-45. Biological Control and Insect Pest Management Agricultural Experiment Station. Division of Agriculture and Natural Resources. University of California.

ARANGO, N. 1992. Estudios básicos para la cría y liberación de *Phytoseiulus persimilis* Athias-Heriot (Acari : Phytoseiidae) en el control biológico de *Tetranychus urticae* Koch (Acari : Tetranychidae) en los cultivos de rosa (Rosa sp). Tesis de Grado de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía. Palmira.

ASOCOLFLORES. 1993. Control biológico de la arañita roja. 36: 9-13.

ASOCOLFLORES, 2007. Floricultura Colombiana. Estadísticas 2007. 4p

BARRERA, J.; RODRIGUEZ, V.; DE VIS, R. 1997. Uso de predadores *Phytoseiulus persimilis* y *Neoseiulus californicus* en el control biológico de *Tetranychus urticae* en el cultivo de rosa de la sabana de Bogotá Parte I. Asocolflores. N°50.

BARRERA, J.; DE VIS, R. 1997. Uso de Depredadores *Phytoseiulus persimilis* y *Neoseiulus californicus* en el control biológico de *Tetranychus urticae* en el cultivo de rosa de la sabana de Bogotá Parte II. Asocolflores. N°51.

BARRETO, C. 2004. Introducción del depredador *Phytoseiulus persimilis* Athias Henriot dentro de un programa de MIP para el Control del ácaro *Tetranychus urticae* Koch en un cultivo

comercial de Rosa en la Sabana de Bogotá. Tesis de Grado de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía. Bogotá. 167p

BEIRNE, B.P. 1975. Biological Control Attempts by Introductions against Pest Insects in the Field in Canada. Canadian Entomologist. 107. 225-236p.

BERENDT, O. 1973. Influence of prey density on acaricidal effect on the predacious mite, *Phytoseiulus persimilis*. Statens Plantepatologiske (Dinamarca).

CAMPBELL, C.; LILLEY, R. 1999. The effects of timing and rates on *Phytoseiulus persimilis* against two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* on dwarf hops. Biocontrol Science and Technology. 9(4): 453-460.

DE VIS R. ; SCHREVEENS, E. 1995. Manejo integrado de plagas y enfermedades en el cultivo de rosa en tres tipos de invernadero con diferente grado de control sobre la temperatura y la humedad relativa. Centro de Investigaciones y Asesorías Agroindustriales.

DE VIS, R. 2001. Importancia y avances en el control biológico en flores de Corte. Asocolflores. 60: 47-51.

DEKEYZER, M.; MARKTLEHRE, A. 1996. Factors influencing the adoption of biological control technologies in floriculture under glass. Acta Hort 429: 67-71.

DENT, D. 2005. Biological Control. p. 180-234. Insect Pest Management. Editora CABI Publishing. Ed 2. USA Massachusetts. 410p.

FERNANDO, M.; HASSELL, M. 1980. Predator-prey responses in acarine system. Res. Popul. Ecol. 22: 301-322.

FIELD, R.; HOY, M. 1984. Biological control of spider mites on greenhouses roses. California Agriculture. 38 (1) (2): 29-32.

FORERO, L.; RODRIGUEZ, M.; CANTOR, F.; RODRIGUEZ, D.; CURE, J. 2008. Criterios para el manejo de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) con el ácaro depredador *Amblyseius* (*Neoseiulus*) *sp* (Acari: Phytoseiidae) en cultivos de rosas. Agronomía Colombiana. 26(1): 78-86.

GAINES S.; REYES, A. 2007. Determinación de la eficiencia del ácaro depredador *Amblyseius sp* para el control de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) en un cultivo comercial de rosa. Tesis de Grado de Biólogo. Universidad Militar Nueva Granada, Facultad de Ciencias, Bogotá. 51p

GARCIA. 2000. Control Biológico de Plagas. Manual Ilustrado. Centro de Investigación de Palmira. Corpoica. 4p

GÓMEZ S.; PÉREZ, M.; BARRETO, C.; CURE, J.; TORRADO, E. 2004. Introducción del depredador *Phytoseiulus persimilis* como componente del manejo integrado de la araña roja *Tetranychus urticae*. Asocolflores. 43-58p

GOUGH, N. 1991. Long-term stability in the interaction between *Tetranychus urticae* and *Phytoseiulus persimilis* producing successful integrated control on roses in southeast Queensland. Experimental and applied acarology. 12: 83-101.

HEINZ, K.; NEWMAN, J.; PARRELLA, M. 1988. Biological control of leafminers on greenhouse marigolds. California Agriculture. 10-12p

HEINZ, K.; PARRELLA, M. 1990. Biological control of insect pest on greenhouse marigolds. Environmental Entomology 19 (4): 825-835.

HELLE, W.; SABELIS M. 1985. World Crop Pests. Spider Mites. Their biology, natural enemies and control. 1B: 132 p.

HILARIÓN, A.; NIÑO, A.; CANTOR, F.; RODRIGUEZ, D.; CURE, J. 2008. Criterios para la liberación de *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) en cultivo comercial de rosa. Agronomía Colombiana. 26(1): 68-77.

HUSSEY, N.; SCOPES, N. 1985. Red spider mite and the predator *Phytoseiulus persimilis*. p. 42-51. Biological pest control the glasshouses experience. Blandford Press.

JEPPSON, L. R; KEIFER, H. H; BAKER, E.W. 1975. Mites injurious to economic plants. University California. 56-59,76-79 p

JIMENÉZ, L. 1997. Evaluación de ciclos de vida y Comportamiento de *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot y *Tetranychus urticae* Koch en follaje de Rosa (*Rosa sp.*) variedad Visa. Tesis de Grado de Biólogo. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Bogotá. 59p

JONES, V.,M.P. PARRELLA ; D.R. HODEL. 1986.Biological Control of leafminers in greenhouse chrysanthemums. Calif. Agric. 40(1&2) : 10-12.

MALAIS, M., RAVENSBERG, W.J. 1991. Conocer y reconocer la biología de las plagas de invernadero y sus enemigos naturales. Editoria Koppert Biological systems, Países Bajos. 109-110p

MARIN, A, 2002. Estudio y Propuesta de un Modelo de Manejo Integrado para el Control de Ácaros *Tetranychus urticae* Koch en un Cultivo de Rosa para Exportación de la Sabana de Bogotá. Tesis de Grado de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía. Bogotá.

MESA, N; DUQUE, M. 1994. Liberación y establecimiento de tres especies de ácaros Phytoseiidae par el control de ácaros Tetranychidae en un cultivo de yuca. Revista Colombiana de Entomología. 20 (3): 169-177.

MESA, C. 1996. Reconocimiento y manejo de crías de la familia Phytoseiidae. SOCOLEN Comité Regional De Cundinamarca. Seminario Reconocimiento, hábitos y manejo de ácaros en flores. Bogotá, Colombia. 54-63 p.

MESA, N. 1998. Control biológico de ácaros. Asociación Cooperativa de Ingenieros Agrónomos del Sector de la Floricultura. Acopaflor. 5 (4): 43-48.

MESA, N. 2000. Uso de ácaros Phytoseiidae para el control de ácaros Tetranychidae. I Curso Taller Internacional. Control Biológico Componente Fundamental del MIP en una Agricultura Sostenible, Corpoica. Bogotá. 172-178p

MORAES, G.; TAMAI, M. 1997. Biological control of *Tetranychus* spp on ornamental plants. Acta Horticulturae 482. Internacional Symposium on cut flowers in the tropics. 1-5p

MURILLO, A. 1996. Consideraciones para el manejo de ácaros en flores de exportación. SOCOLEN Comité Regional De Cundinamarca. Seminario Reconocimiento, hábitos y manejo de ácaros en flores. Bogotá, Colombia. 43-53 p.

OSBORNE, L. S. 1987. Biological control of *Tetranychus urticae* Koch on ornamental foliage plants in Florida. 144-147p

PARAMO, G; SÁNCHEZ, M; CORREDOR, D. 1986. Tabla de vida y parámetros poblacionales fundamentales de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) sobre rosa sp en condiciones de laboratorio. Agronomía Colombiana 3 (1) (2): 83-95.

PIMENTEL, D.; MCLAUGHLIN, L.; ZEPP, A.; LAKITAN, B.; ET AL. 1991. Enviromental and economic effects of reducing pesticide use. BioSciene 41 (6): 402-409.

QUINTERO, C.; BUSTILLO, A.; BENAVIDES, P.; CHAVES, B. 1998. Evidencias del establecimiento de *Cephalonomia stephanoderis* y *Prorops nasuta* (Hymenoptera: Bethyilidae) en cafetales del departamento de Nariño, Colombia. Revista Colombiana de Entomología. 24 (3-4): 141-147.

RASMY, H.; ELLAITHY, M. 1988. Introduction of *Phytoseiulus persimilis* for twospotted spider mite control in greenhouses in Egypt (Acari: Phitoseiidae, Tetranychidae). Entomophaga 33(4): 435-438.

RAWORTH, D. 1998. Control of two-spotted spider mite by *Phytoseiulus persimilis*. Agriculture and Agri-Food Canada. 51-54p.

RESTREPO F. 2008. Manejo integrado de los ácaros en Ornamentales. Tres innovaciones en Floricultura. Ceniflores. 7-56p

RODRIGUEZ, M.; SANCHEZ, M.; NAVARRO, M.; APARICIO, V. 2003. Los fitoseidos, depredadores efectivos de araña roja. Horticultura. Revista de industria, distribución y socioeconomía hortícola frutas, hortalizas, flores, plantas, árboles ornamentales y viveros internacionales. 21 (4): 41-43.

RODRÍGUEZ, J.; POSADA, L. 2007. El mercado internacional de las Flores colombianas. Agricultura de las Américas. 368: 12-16.

RUIZ, N. 1982. Seminario: Plagas en cultivos de flores. Sociedad Colombiana de Entomología. 1-13p

SABELIS, M. W; HELLE, W. 1985. Aspects of damage assessment. p. 261-271. Control of Tetranychidae in crops. p. 273-282. En Helle. W.; Sabelis, M.W. (eds.). Spider mite: Biology, natural enemies and control. Elsevier Science B.V. Amsterdam, New York. 458p.

SANCHEZ, M.; PARAMO, G.; CORREDOR, D. 1986. Patrones de búsqueda y respuesta funcional de los ácaros Phytoseiidae *Amblyseius herbicolus* (Chant) y *Neoseilus chilenensis* (Dosse) depredando a *Tetranychus urticae* (Koch). Revista Colombiana de Entomología 12(2): 32-40.

SHEA, K.; POSSINGHAM, P. 2000. Optimal release strategies for biological control agents: an application of stochastic dynamic programming to population management. Journal of Applied Ecology. 37: 77-86.

SKIRVIN, D.; FENLON, J. 2001. Plant species modifies the functional response of *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) to *Tetranychus urticae* koch (Acari: Tetranychidae): implication for biological control. Bolletin of Entomological Research 91: 61-67.

SKIRVIN, D.; FENLON, J. 2003. Of mites and movement: the effects of plant connectedness and temperature on movement of *Phytoseiulus persimilis*. Biological Control 27: 242-250.

STILING, P. 1990. Calculating the establishment rates of parasitoids in classical biological control. American Entomology. 36. (3): 225-230.

TARAZONA, A. 1991. Plagas de los Rosales de Invernadero. Asocolflores. 26: 30-36.

URIGERSON; SMILEY, R. 1990. Acarine Biocontrol Agents. Ed. Chapman and Hall. 83-84p, 133-144p.

YANINEK, J; MORAES, J.1992. Mites on Agriculture and Biological Control. p 71-81. En: David. J Girling; Richard H. Markham. Biological Control / manual Vol. II. Ed. Oficcer. UNDP/ FAO. 144p.

ZHANG, Z. 2003. Mites of Greenhouses Identification, Biology and Control. CABI Publishing. 54-57, 171-181p

ZEMEK, R.; NACHMAN,G. 1998. Interactions in a tritrophic Acarine Predator-Prey Metapopulation System: effects of *Tetranychus urticae* on the dispersal rates of *Phytoseiulus persimilis* (Acarina: Tetranychidae, Phytoseidae). Experimental & Applied Acarology. 22: 259-278.

ZULUAGA, J. 1984. Manual de Control Integrado de Plagas. Ministerio de Agricultura. ICA regional 6. Ibagué. 120-133p.

ZULUAGA, .J. 1996. Avances en el control biológico de ácaros. Socolen. Seminario Reconocimiento, hábitos y manejo de ácaros en flores. Bogotá, Colombia. 25-42 p.

9. Anexos

Anexo 1. Mapa Veredal del Municipio de Guasca,

Semanas Tratamientos.	1	2	3	4	5	6	7
T1							
T2							
T3							
T4							
T5							
T6							

Los cuadros sombreados indican las semanas en que se libero el ácaro depredador en los diferentes tratamientos según las frecuencias de liberación.

Anexo 3. Planilla de registro de la población de *Tetranychus urticae* y *Phytoseiulus persimilis*.

Cama _____ Fecha: _____ Variedad: _____

Cuadro	Estrato	Hoja	Nº F	H	L	N	A	Nº H

Anexo 4. Número total de estados biológicos de *T. urticae* encontrados durante el monitoreo y evaluación en los diferentes intervalos de liberación.

A

Liberación Semanal (Monitoreo)				
Monitoreo	H	L	N	A
M1	71092	6405	9362	10621
M2	67068	17164	5776	8705
M3	55105	46619	20558	15932
M4	32138	33123	13249	6789
M5	10293	4708	4434	1752
M6	30988	1314	1231	8513
M7	52888	29181	6405	13632

B

Liberación Semanal (Evaluación)				
Evaluación	H	L	N	A
E1	22091	2628	1012	4380
E2	26991	16890	3093	9553
E3	35724	35204	16397	10019
E4	32877	21352	1368	7692
E5	12373	438	492	492
E6	23871	3558	32	54
E7	19491	10457	6	27

C

Liberación con una semana de intermedio (Monitoreo)				
Monitoreo	H	L	N	A
M1	30294	12393	3442	1377
M2	36605	4016	0	3786
M3	74434	765	5661	3825
M4	45785	3672	2677	4437

D

Liberación con una semana de intermedio (Evaluación)				
Evaluación	H	L	N	A
E1	6196	3442	3442	0
E2	10212	5699	1606	5737
E3	41922	2524	1147	8415
E4	42763	12087	3213	14535

E

Liberación con tres semanas de intermedio (Monitoreo)				
Monitoreo	H	L	N	A
M1	15730	594	594	1232
M2	17974	7942	4554	1914

F

Liberación con tres semanas de intermedio (Evaluación)				
Evaluación	H	L	N	A
E1	7106	990	396	1584
E2	836	7128	0	11